

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

B 2 3 K 26/00

B 2 3 K 26/00

B

26/08

26/08

M

F

請求項の数31(全 16 頁)

(21)出願番号 特願平4-502589

(86) (22)出願日 平成4年(1992) 1月15日

(65)公表番号 特表平6-504484

(43)公表日 平成6年(1994) 5月26日

(86)国際出願番号 P C T / G B 9 2 / 0 0 0 8 4

(87)国際公開番号 W O 9 2 / 1 2 8 2 0

(87)国際公開日 平成4年(1992) 8月6日

審査請求日 平成7年(1995) 2月6日

(31)優先権主張番号 9 1 0 1 0 6 3 . 7

(32)優先日 1991年1月17日

(33)優先権主張国 イギリス (GB)

(31)優先権主張番号 9 1 0 9 9 3 5 . 8

(32)優先日 1991年5月8日

(33)優先権主張国 イギリス (GB)

(73)特許権者 999999999

ユナイテッド ディスティラーズ バブ

リック リミテッド カンパニー

イギリス、イーエイチ12 6ジェイダブ

リユー、エジンバラ エラーズリー ロ

ード 33、ディスティラーズ ハウス

(72)発明者 クレメント、ロバート マーク

イギリス、エスエー8 3エイチディ

ー、スワンジー ボンターダウ、ロス、

プラス ロード 11

(72)発明者 レドガー、ネヴィル リチャード

イギリス、エスエー7 9エイエフ、ス

ワンジー ランサムレット、サムレット

ロード 64

(74)代理人 弁理士 田中 達也

審査官 田中 永一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動的レーザ標印

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】互いに不均一に離間され、且つ、所定の経路に沿って移動する一連の個別移動体の標印方法であって、上記経路に沿う所定位置において標印すべき移動体の存在を検出するステップと、上記移動体の搬送用手段の速度ではなく上記移動体自体の速度を直接的に検出するステップと、高エネルギー密度ビームを上記移動体に向けるステップと、上記移動体上あるいはその内部の位置に照明スポットを生成するように上記ビームを集中させるステップと、上記スポットを移動させるステップと、所定の形状の標印を生成するべく、上記移動体の速度に等しい第1の成分及び上記移動体に対して相対変位する第2の成分からなる二つの合成成分にしたがって上記スポットの移動を制御するステップと、を含んでおり、上記スポットの移動を制御するステップは、当該スポット

2

が上記移動体の所望位置に投射するように、上記移動体の存在検出ステップと、上記移動体の速度検出ステップとにตอบสนองして行われるようにしたことを特徴とする、移動体の標印方法。

【請求項2】上記高エネルギー密度ビームは上記移動体の経路が上記高エネルギー密度ビームの経路を遮蔽することにより、上記移動体に向けられるようにしてあり、上記遮蔽点から既知の距離の位置を上記移動体が通過してから所定時間あけて上記高エネルギー密度ビームを活性化するようにし、上記所定時間は上記移動体の速度に依存しているものである、請求項1に記載の標印方法。

【請求項3】上記高エネルギー密度ビームは、上記移動体の材料に局所的なイオン化を引き起こすとともに、電磁放射に対する不透明性が増大させられた領域の形態にて標印形成されるように、上記移動体の内部に位置する焦

点に導入される、請求項1又は2に記載の標印方法。

【請求項4】上記移動体は、可視領域内の波長での電磁放射に対して透明性をもっている、請求項3に記載の標印方法。

【請求項5】上記移動体は、可視領域内の波長での電磁放射に対して不透明性をもっている、請求項3に記載の標印方法。

【請求項6】上記標印は、1またはそれ以上の数字、文字、記号、あるいはこれらの組合せを含んでいる、請求項1又は2に記載の標印方法。

【請求項7】上記標印は、三次元である、請求項1又は2に記載の標印方法。

【請求項8】互いに不均一に離間され、且つ、所定の経路に沿って移動する一連の個別移動体の標印装置であって、上記経路に沿う所定位置において標印すべき移動体の存在を検出する手段と、上記移動体の搬送手段の速度ではなく上記移動体自体の速度を直接的に検出するための手段と、高エネルギー密度ビームを生成するとともにこのビームを上記移動体に向けるための手段と、上記移動体上あるいはその内部の位置に照明スポットを生成するように上記ビームを集中させるための手段と、上記スポットを移動させるための手段と、所定の形状の標印を生成するべく、上記移動体の速度に等しい第1の成分及び上記移動体に対して相対変位する第2の成分からなる二つの合成成分にしたがって上記スポットの移動を行うべく上記移動手段を制御するための手段と、を含んでおり、上記制御手段は、当該スポットが上記移動体の所望位置に投射するように、上記移動体の存在検出手段と、上記移動体の速度検出手段とにตอบสนองして動作することを特徴とする、移動体の標印装置。

【請求項9】上記スポットを移動させるための手段は、上記二つの成分のうちの上記第2の成分にしたがって上記スポットを移動させるべく、上記ビームの経路内に配置した少なくとも一つの可動ミラーを備える手段を含んでいる、請求項8に記載の標印装置。

【請求項10】上記少なくとも一つの可動ミラーは、コンピュータ・プログラムにしたがって制御される、請求項9に記載の標印装置。

【請求項11】上記少なくとも一つの可動ミラーは、検流ミラーである、請求項9又は10に記載の標印装置。

【請求項12】上記二つの成分のうちの上記第2の成分にしたがって上記スポットを移動させるための手段は、上記二つの成分のうちの上記第1の成分にしたがって上記スポットを移動させることもできる、請求項9ないし11のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項13】上記スポットを移動させるための手段は、上記二つの成分のうちの上記第1の成分にしたがって上記スポットを移動させるための付加的な手段を含んでいる請求項9ないし11のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項14】上記二つの成分のうちの上記第1の成分にしたがって上記スポットを移動させるための手段は、上記移動体の速度にしたがって回転速度が変更される少なくとも一つの回転可能に支持されたミラーを含んでいる、請求項13に記載の標印装置。

【請求項15】上記少なくとも一つの回転可能に支持されたミラーは、多面ミラーである、請求項14に記載の標印装置。

10 【請求項16】上記二つの成分のうちの上記第1の成分にしたがって上記スポットを移動させるための手段は、上記移動体と同じ速度で動きうる少なくとも一つのミラーを含んでいる、請求項13に記載の標印装置。

【請求項17】上記二つの成分のうちの上記第1の成分にしたがって上記スポットを移動させるための手段は、少なくとも一つのアクスト光学(acusto-optic)結晶あるいは電気光学結晶を含んでいる、請求項13に記載の標印装置。

20 【請求項18】上記移動体の速度は、既知の距離離れた二つの光学検知器間を上記移動体が動く時間を計ることにより計測される、請求項8に記載の標印装置。

【請求項19】上記高エネルギー密度ビームは上記移動体の経路が活動化されているときに当該高エネルギー密度ビームの経路が遮蔽されるように上記移動体に向けられるようになっており、かつ、上記遮蔽点から既知の位置を上記移動体が通過してから所定時間後に上記高エネルギー密度ビームを活動化する手段が設けられており、上記所定時間は上記移動体の速度に依存するものである、請求項8ないし18のいずれか一つに記載の標印装置。

30 【請求項20】上記ビームを集中するための手段は、幅方向にわたって変化する焦点距離をもつレンズ要素を含んでいる、請求項8ないし19のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項21】上記ビームを集中するための手段は、ズーム・レンズを含んでいる、請求項8ないし20のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項22】上記ビームを集中するための手段は、拡散レンズを含んでいる、請求項8ないし21のいずれか一つに記載の標印装置。

40 【請求項23】上記標印は、表面標印を含む、請求項8ないし22のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項24】上記高エネルギー密度ビームを生成するための手段は、CO<sub>2</sub>レーザを含む、請求項23に記載の標印装置。

【請求項25】上記標印は、準表面標印を含む、請求項8ないし21のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項26】上記高エネルギー密度ビームを生成するための手段は、焦点において少なくとも10J/cm<sup>2</sup>のピークエネルギー密度をもつように焦点集中させられるレーザを含んでいる、請求項25に記載の標印装置。

50 【請求項27】上記高エネルギー密度ビームを生成するた

5

めの手段は、焦点において少なくとも $10^7\text{W}/\text{cm}^2$ の出力密度をもつように焦点集中させられ、かつ、少なくとも $10^{-6}$ 秒のパルス長さでパルス化されるレーザを含んでいる、請求項25又は26に記載の標印装置。

【請求項28】上記高エネルギー密度ビームを生成するための手段は、Nd-YAGレーザを含む、請求項25ないし27のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項29】上記高エネルギー密度ビームの位置調整を容易にするために、可視レーザ放射のための第2のソースがさらに設けられている、請求項8ないし28のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項30】上記移動体を搬送するために、コンベアベルトが設けられている、請求項8ないし29のいずれか一つに記載の標印装置。

【請求項31】上記移動体のコンベアベルトに対する相対的な横方向位置を制御するための手段が設けられている、請求項30に記載の標印装置。

#### 【発明の詳細な説明】

本願発明は、高エネルギー密度ビームを用いて移動する材料体に標印を行うための方法および装置に関する。

多くの製品は、当該製品が全ての製造工程あるいは処理工程が完了するまでワーク・ステーション間を連続的に移動するようにして、製造ライン上で製造されまたは処理される。製造ラインの連続的な動きに悪影響をおよぼすことなしに製造に対して標印を行うことができることという、装置に対する要求を満たしつつ、製造への標印工程を製造ラインに組み込むことがしばしば行われている。

今日使用されているこのような装置の一つには、インク・ジェット標印装置があり、これは、所望の印を生成するように、移動するパッケージに対して制御されたインク・ジェットを向けることができるようになってい30 る。このような装置は、1分間に100個までの標印を行うことができるが、インク・ジェットのノズルが閉塞してしまうのを防止するために、常に注意を払うとともに頻繁な分解検査が必要である。このような分解検査は、製造ラインを停止して行うことが必要であり、そのために、製造時間あるいは処理時間にロスが生じる。さらには、このようなタイプの装置は、インクあるいは溶剤のような材料を大量に消費し、非常に大きなランニング・コストがかかるという結果になる。また、標印結果の消えにくさについての多くの問題が発生している。

他方、レーザ標印は、インク・ジェット標印に対し、クリーンであって正確な代替となる。また、対象物に消えることのない標印を付すことができる。

一般的に言って、現状の商業的なレーザ標印技術は、二つのカテゴリのうちの一つに入る。これらのカテゴリの第一は、焦点集中させないレーザ放射ビームをマスクに通し、所望のパターンを作り出すというものであり、その第二は、レーザ放射ビームを対象物上で走査して、

6

所望のパターンを描くというものである。

米国特許第4,758,703号は、上記第一のカテゴリにはいる標印技術の一例を提案しており、移動対象物の表面に顕微鏡で視認しうるパターンを暗に符号化する方法が記載されている。上記米国特許に記載されている方法においては、移動する物体の存在が検出されるとともにその近接速度が計測され、適正な瞬間において、上記対象物がレーザ・ヘッドを通過するとき、焦点集中させないレーザ放射ビームがマスクを通して上記対象物上に向けられるようになっている。このマスクとは、標印のパターンを生成するのに寄与するマスクであり、上記ビームの断面積より大きな断面積をもつマスク板を含んでおり、かつ、遮蔽されるかまたは遮蔽されないマトリックス孔が組み込まれている。上記マスクを通過すると、上記ビームは上記パッケージの表面上に生成されるパターンの大きさを減じるとともにビームの密度を高めるべく、焦点集中される。上記米国特許明細書に記載されている特定の方法においては、上記ビームの密度が慎重に制御され、最終的なパターンが上記の表面上に露出状に書き込まれ、かつ、裸眼によっては視認できない状態が維持されるようになっている。

本願出願人による同時継続の英国特許出願第9117521.6号には、レーザ標印の走査方法の一例が示されており、かつこれは、材料体に対して電磁放射に対する不透明度が増大させられた領域の形態において準表面(sub-surface)標印を設けるための方法および装置に関している。上記方法は、高エネルギー密度ビームを、これに対して透明性を有する材料体の表面に向ける工程と、この材料の局所的なイオン化を引き起こすように上記材料体の内部であってその表面から離れた位置の焦点に上記ビームを導入する工程を含んでいる。英国特許出願第9117521.6号はさらに、上記方法にしたがって、あるいは上記装置を用いることによって標印された材料体にも関している。

上記走査型のレーザ標印技術は、マスク要素の変更のためにレーザの作動を中断するということなしに所望の標印の形態を外見的に変更することができるという、大きな融通性をもつという利点をもつが、標印結果が材料体の移動方向について不鮮明となり、あるいは「引き伸ばされてしまう」との懸念があるため、移動体の標印のためには、いまだ商業的に用いられてはいない。かかる懸念のために、現在のところ、上記走査型レーザ標印技術は、標印すべき材料体が静止している応用に限定されており、標印すべき材料体が移動する場合は、標印結果の鮮明度が移動体の運動速度によって厳しく制限されるにもかかわらず、マスク方式のビーム技術によって標印を行わざるをえなかった。

本願発明の第一の局面によれば、次の各ステップを含む移動材料体の標印方法が提供される。すなわちこの方法は、高エネルギー密度ビームを上記移動体に向けるステ

50

7

ップ、上記ビームを上記移動体上あるいはその内部の位置において照明スポットを生成するように集中させるステップ、所定の形態の標印を生成するように、上記移動体の速度に等しい第一の成分と、上記移動体に対する第二の成分との合成にしたがって、上記スポットを動かすステップ、を含んでいる。

好ましい実施例において、上記移動体の速度を計測する付加的なステップが含まれている。上記移動体の速度は上記移動体を搬送するために用いられる手段の運動速度をモニタリングすることによって計測することができると思われるが、この移動体の速度は、好ましくは、直接計測する手段によって測定される。

有利には、上記高エネルギー密度ビームは、活動状態にある高エネルギー密度ビームの経路を遮蔽するように上記移動体の経路を設定するとともに、上記遮蔽点から既知の距離の位置を上記移動体が通過してから所定の時間において上記高エネルギー密度ビームを活動化することにより、上記移動体に向けられる。上記の所定時間は、上記移動体の速度によって決まる。

上記標印に準表面標印を含む特定の実施例において、上記高エネルギー密度ビームは、好ましくは、材料の局所的なイオン化を引き起こすとともに電磁放射に対して不透明性が増大させられた領域の形態において標印が生成されるように、上記移動体の内部の位置における焦点に導入される。このような実施例において、上記移動体の材料は可視領域内の波長において電磁放射に対する透明性をもつことができ、これにより、上記標印が裸眼によって視認可能なものとなる。たとえば、上記材料は、ガラスあるいはプラスチックとすることができ、選択的には上記移動体材料を、可視領域内の波長において電磁放射に対して不透明なものとすることができ、そうすると、この標印は、電磁スペクトル内の適当な波長において作動する光学的機器によってのみ「見える」ものとなる。このような標印は、視認しうるその他の標印がないうる多くの機能をもつことができないが、真に消えることのない潜在的な標印を提供する。

この実施例あるいはその他の実施例においては、上記標印は、1またはそれ以上の数字、文字、あるいは記号、あるいはこれらの組合せを含むことができ、これらはそれぞれ、登録番号標、商標、機械読み取り可能なコード、またはあらゆる他の所望の標章を提供することができる。加えて、上記の標印は、三次元的なものとすることもできる。

本願発明の第二の局面によれば、次の要素を含む移動体材料の標印装置が提供される。すなわち、この装置は、高エネルギー密度ビームを生成するとともにこのビームを上記移動体に向けられるための手段、上記移動体の表面あるいは内部における位置において、照明スポットを生成するように上記ビームを集中させる手段、および、上記移動体の速度に等しい第一の成分と、上記移動体に

8

対する第二の成分との二つの運動成分の合成にしたがって、所定形状の標印が形成されるように上記スポットを動かせる手段、を含んでいる。

有利には、上記二つの成分の合成にしたがって上記スポットを動かせる手段は、上記二つの成分のうちの第二のものにしたがって上記スポットを動かせるための手段を含んでおり、この手段は、好ましくは、上記ビームの経路内に配置された少なくとも一つの可動ミラーを含んでいる。上記ミラーの動きは、標印の最終形態を容易に走査することができるコンピュータ・プログラムにしたがって制御することができ、一方、上記可動ミラーそれ自体には、検流計ミラーを含むことができる。上記ミラーを動かせるために、サーボ・モータや、手動のジョイスティックのような他の適当な手段を用いることができると思われるが、検流計ミラーの特性は、あらゆる選択的な制御手段に対して著しい利点をもつ応答速度および制御容易性を与える。

好ましい実施例において、上記二つの成分のうち第二の成分にしたがって上記スポットを動かせる手段は、上記二つの成分の上記第一の成分にしたがって、記スポットを動かすこともできるようになっている。

他の実施例においては、上記二つの成分の合成にしたがって上記スポットを動かせるための手段は、上記二つの成分のうちの上記第一の成分にしたがって上記スポットを動かさせるための付加的な手段を含んでおり、この手段は、好ましくは、上記移動体の速度にしたがって回転速度が変更される少なくとも一つの可回転に取付けられたミラーを含んでいる。

さらに他の実施例においては、上述の実施例における回転可能に取付けられたミラーは、多面ミラーである。

さらに他の実施例において、上記二つの成分の第一の成分にしたがって上記スポットを動かせる手段は、上記移動体と同じ速度で運動可能な少なくとも一つのミラーを含んでいる。さらに他の実施例において、上記二つの成分のうち第一の成分にしたがって上記スポットを動かせるための手段は、少なくとも一つのアクスト (acusto) 光学結晶、または、電気光学結晶を含んでいる。

好ましい実施例において、上記移動体の速度を計測するための手段がさらに設けられる。この移動体の速度は、上記移動体を搬送するために用いられる手段の動きの速度をモニタリングすることによって測定することができると思われるが、この移動体の速度は、好ましくは、直接的に計測する手段によって測定される。たとえば、特定の装置において、上記移動体の速度は、既知の距離において離された二つの光学検知器の間を上記移動体が移動するに要した時間を計ることにより計測することができる。

有利には、上記高エネルギー密度ビームは、上記高エネルギー密度ビームの経路をこれが作動状態にあるとき遮るよう

50

から既知の距離の位置を上記移動体が通過してから所定の時間において、上記高エネルギー密度ビームを活動化する手段を設けることによって、上記移動体に対して向けられる。上記の時間は、上記移動体の速度に依存する。

上記ビームを集中させる手段は、特定の焦点外れ効果を補償するように幅方向にわたって焦点距離が変化するレンズ要素を含むことができる。あるいは、またはこれに加えて、上記ビームを集中する手段は、特定の焦点外れ効果を補償するかまたは移動体内の異なる深さにおいて標印を形成することを可能とし、そうすることによって、三次元の標印を作り出すことができるように、ズーム・レンズを含むことができる。

上記標印が表面標印を含む特定の実施例において、高エネルギー密度ビームを生成するための手段は、CO<sub>2</sub>レーザーを含んでいる。

上記標印が準表面標印を含む実施例において、高エネルギー密度ビームを生成するための手段は、好ましくは、焦点において少なくとも10J/cm<sup>2</sup>のピークエネルギー密度をもつように焦点集中させられるレーザーが含まれる。このピークエネルギー密度は、好ましくは、焦点において少なくとも10W/cm<sup>2</sup>の出力密度をもつように焦点集中させられるとともに、少なくとも10<sup>-6</sup>秒のパルス長さをもってパルス発生させられるレーザーによる手段によって達成される。仮にこのような事情のもとで、標印されるべき材料体が可視領域内の波長での電磁放射に対して透明性をもっていると、必要な高エネルギー密度ビームを生成するための手段は、好ましくは、1.06μmの波長において作動するNd/YAG（ネオジウム・ドープト・イットリウム・アルミニウム・ガーネット）レーザーである。

有利には、可視レーザー放射の第二のソースが上記高エネルギー密度ビームの位置合わせを容易化するために設けられる。

上記移動体を搬送するために、コンベアベルトが好ましくは設けられ、このような場合において、このコンベアベルトには、このコンベアベルトに対する移動体の横方向位置を制御するための手段が設けられる。

添付図面を参照することによって、本願発明の多数の実施例が例として以下に説明される。

図1は、本願発明の第二の局面にしたがったレーザー標印ステーションの模式的平面図であり、連続的に動くコンベアベルトに隣接させて、標印装置および検出モジュールが配置されているのが示されている。

図2は、図1の検出モジュールの模式図である。

図3は、図1の標印装置の模式図である。

図4は、電力が図1の標印装置全体に分配される経路の模式図である。

図5は、図1の標印装置および検出モジュールの複合された作動順序を示すフロー図である。

図6は、第二の実施例にしたがった標印装置の模式図である。

図7は、第三の実施例にしたがった標印装置の模式図である。

図8は、第四の実施例にしたがった標印装置の模式図である。

図1に示されるレーザー標印ステーションは、標印装置10および検出モジュール12を含んでおり、これらはいずれも、連続的に動くコンベアベルト16にまたがる保護ハウジング14内に含まれている。

上記コンベアベルト16は、標印すべき材料体を上記レーザー標印ステーションに搬送するための十分な幅をもったものであり、移動ウェブ18および二つの垂直方向に突出するサイドレール20および22によって規定される。典型的には、上記二つのサイドレールのうちの第一のレール20は上記移動ウェブ18に対して相対的に固定される一方、もう一方のサイドレール22は、調整ネジ24からなる手段によって、上記移動ウェブに対して相対的に動きうる。上記調整ネジ24を締め込むと、二つのサイドレール20および22間の距離が減じられ、これにより、上記コンベアベルト16の有効幅が縮小する。

添付図面にはガラス瓶26として描かれている標印すべき材料体は、上記コンベアベルト16によって上記レーザー標印ステーションに搬送され、第一の開口28から上記保護ハウジング14内に入る。その後、この材料体26は、第二の開口30から上記保護ハウジング14を抜けるまでに、上記検出モジュール12および上記標印装置10をすぎで搬送される。安全の目的のため、上記標印装置10と上記第一または第二の開口28または30との間の距離は、オペレータが偶発的に上記保護ハウジング14内に入ることができず、彼または彼女の手が上記標印装置10の前に入ることができないようになされている。

上記検出モジュール12は、図2に詳細に示されており、上記コンベアベルト16に隣接して並んで配置されている一対の光学検知器32および34を備えている。上記光学検知器32および34のそれぞれは、光源36と、適正な検知器38とを含んでおり、上記コンベアベルトの反対側に配置された一対の後方反射器40または42のそれぞれに対して配列されている。光は光源36から対応する後方反射器に向けて放射され、この後方反射器において上記光学検知器に向けて反射され、そして上記検知器38によって検知される。こうして、図2において光学検知器34に関して示されるように光学検知器とこれと対応する後方反射器との間に何も存在しない場合には、上記検知器38によって検知される光の量は最大となる。しかしながら、光学検知器とこれと対応する後方反射器との間の光の経路が光学検知器32に関して図2に示されるように、たとえば標印すべき材料体のコンベアベルト16に沿った経路によって遮られる場合には、対応する後方反射器によって反射させられ、かつ検知器38によって検知される光の量はあらかじめ設定された閾値よりも少なくなり、そして、適当な信号が生成される。

11

上記光学検知器32および34のそれぞれの感度を高めるために、上記の光源36は可視領域あるいは近赤外領域の電磁スペクトルにおいて光を発するように選択され、一方、上記検知器38はこのような特定の周波数範囲に選択的に感応するのみならず、偏り特定をもつ上記光源36の光に対してのみ応答するように選ばれる。これにより、上記検出器38は、上記の光源36以外の光源が発する光、あるいはたとえば標印をするべき材料体の表面のような上記後方反射器以外の表面から反射する光に対して感度が悪くなる。なぜなら、かかる反射は、典型的には、異なる偏り特性をもつことになるからである。

上記標印装置10は図3により詳細に示されており、レーザ放射46のソース44を含んでいる。このレーザ放射46は、上記移動体26の経路を捕らえるように向けられる。

第一の実施例において、上記標印装置10は、上記移動体26の表面標印を容易に行うように設計されている。この目的のために十分なエネルギー密度のレーザ放射が上記移動体26の方へ向けられ、上記表面の領域に当てられる。これによって、上記表面領域が熔融するとともに流動し、結果としての標印が残る。図3に示される特定の  
40 実施例において、上記ソース44は、RF励起型模擬連続波CO<sub>2</sub>レーザを備えており、これは10.6μmの波長をもち、そしてそれゆえに裸眼で視認しうるレーザ放射46のビームを発する。上記CO<sub>2</sub>レーザ44から発せられると、このレーザ放射46のビームは第一の反射表面48に入射する。この第一の反射表面48は上記ビーム46をビーム拡大器50およびビーム結合器52を介して第二の反射表面54に向ける。低出力He-Ne（ヘリウム・ネオン）レーザ56の形態において、第二のレーザ放射のソースが上記CO<sub>2</sub>レーザ44に隣接して配置され、638nmの波長をもつ可視  
30 レーザ放射からなる二次ビームを発する。この二次ビーム58は上記ビーム結合器52にあたり、ここで上記CO<sub>2</sub>レーザ44からのレーザ放射46のビームと一致して、上記第二の反射表面54に向けて反射させられる。したがって、上記ビーム結合器52に必要な特性は、10.6μmの波長をもつ電磁放射を伝達する一方、638nmの波長をもつ電磁放射を反射するということである。このようにして、上記He-Neレーザビーム58は、光学的な位置調整を容易とする可視成分をもつCO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58を提供する。

いったん結合されると、この二つの一致するビーム46,58は、上記第二の反射表面54において第三の反射表面60に向けて反射され、この第三の反射表面60からさらに第四の反射表面62に向けて反射される。上記第四の反射表面62から、上記複合ビーム46,58は、ヘッド・ユニット64に向けてさらに反射され、ここから上記複合ビーム46,58は最終的に上記移動体26の経路を遮るように向けられる。上記移動体の底部からの異なる高さにおいて容易に標印をしうように、上記第三および第四の反射表面60および62は、上記ヘッド・ユニット64と一体に取付  
50

12

けられ、ステップ・モータ66（図示略）の作動のもとで垂直平面内で位置調整しうようになっている。

上記ヘッド・ユニット64の内部において、上記CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58は、二つの可動ミラー68および70に順次入射する。二つのミラーのうちの第一のミラー68は、上記第四の反射表面62からの反射の結果として入射する複合ビーム46,58に対して傾斜するように配置されており、かつ、このミラー68から反射させられるビームが垂直平面内で動くようにして運動しうる。上記二つのうちミラーうちの第二のミラー70は、この場合、上記第一のミラー68からの反射の結果として入射するビーム46,58に対して上記と同様に傾斜させられており、反射させられたビーム46,58が水平面内で動くようにして運動しうる。その結果、上記ヘッド・ユニット64から出るビーム46,58は、上記第一および第二のミラー68および70の同期し運動によって、あらゆる方向に動くことができるということが、当業者によって明らかとなろう。このような運動を容易にするために、上記二つの運動可能なミラー68および70は、それぞれ、第一および第二の検流計72および74に取付けられる。上記二つのミラー68および70の動きを制御するために、個々のサーボ・モータあるいは手動のジョイスティックを用いる、等、どの適当な手段を設けることもできると思われるが、上記の適用は、応答速度と制御の容易性とが結合され、どのような選択可能な制御手段に対しても著しい利点を与える。

上記ヘッド・ユニット64からでると、上記複合ビーム46,58は1またはそれ以上のレンズ要素を含むことができるレンズ・アッセンブリを通過することによって、焦点集中させられる。第一のレンズ要素78は、標印するべき移動体の表面上の選択した位置における焦点に上記ビーム46,58を導くことができる。よく知られているように、上記ビーム46,58の最大出力密度は焦点におけるビーム46,58の径の二乗に反比例し、焦点集中レンズ78に入射するビーム46,58の径に反比例する。したがって、波長λおよび焦点距離fのレンズに入射する径Rの電磁放射ビーム46,58については、焦点における出力密度は、一次近似で次のように表される。

$$E = (PR^2 / \lambda^2 f^2) W/m^2$$

ここでPはレーザによって発生させられる出力である。この式から、ビーム結合器50の値および目的が明らかとなる。なぜなら、ビームの径Rを増大させると焦点における出力密度Eが増大するからである。加えて、上記レンズ要素78は、典型的には70mmから80mmの範囲の焦点距離をもつ単焦点距離レンズであり、その結果、焦点におけるビーム46,58の典型的な出力密度は300W/cm<sup>2</sup>を超過する。このようなオーダの出力密度においては、標印するべき材料体の表面において熱的相互作用が起こり、これにおいて、入射する放射ビーム46,58は熱として吸収される。このような局所的な加熱は、材料体26の表面に溶融および流動を引き起こし、この結果として上

13

記表面上に刻まれた標印が残される。上記ミラー68および70を用いて上記ビーム46, 58の焦点を動かせることにより、上記標印を所定の形状とすることができ、特に、1またはそれ以上の数字、文字、あるいは記号、あるいはこれらの組合せを含む形状とすることができる。これによって、登録番号標、商標、機械読み取り可能なコード、あるいはその他の所望の標章を提供することができる。

材料体の表面上に熱的相互作用を引き起こすに必要な出力密度は、もちろん、上記材料体の材質と、上記ビーム46, 58の走査速度とに依存する。パルスベクスのような材質は、約50W/cm<sup>2</sup>程度の小さな出力密度をもつビーム46, 58を用いて標印することができるが、金属に標印するためには、約1MW/cm<sup>2</sup>の出力密度を上記ビーム46, 58に持たせることが必要である。ガラスでできた材料体は、上記の両極の間に入り、300W/cm<sup>2</sup>を超える出力密度をもつとともに、3m/秒の走査速度のビーム46, 58を用いて標印することができる。

安全のため、上記二つのレーザ44および56並びにそれらのビーム46および58は、図4に示されるように安全室80内に封じられ、複合ビーム46, 58はレンズ・アセンブリ76を通過した後にのみ上記安全室80から放射される。上記二つのレーザ44および56、並びにそれぞれのビーム46, 58の経路に配置された種々の光学的機器へのアクセスは、ドア82が開けられている間CO<sub>2</sub>レーザ44の作動を停止させるインターロック84が取り付けられたドアパネル82によって得ることができる。He-Neレーザ56は、上記と同様のインターロックを設ける必要が必ずしもないことに留意するべきである。なぜなら、このレーザ56は異常に低い出力において作動するだけであり、熟練されたオペレータに対して大きな危険を与えることないからである。

240Vの単相電源がドアパネル・インターロック84を介して電源分配ユニット86に供給されている。この電源分配ユニット86は、レーザ44および56の作動に干渉を与えるいかなる電気的影響をも防止するために、上記安全室80の下方において分離して配置されている。上記分配ユニット86から、電力がCO<sub>2</sub>レーザ44およびHe-Neレーザ56、並びに上記CO<sub>2</sub>レーザ44を冷却する深冷器ユニット88に与えられる。加えて、電力はまた、ステッピング・モータ66およびコンピュータ90に供給される。三つのAC/DCコンバータおよびこれに連係せられる電圧調整器が9V、12V、および15Vの調整されたDC電圧電源を提供し、これらは、それぞれ、ポンピング・メカニズムを容易とするべくHe-Neレーザに、CO<sub>2</sub>レーザ44のときならぬ発火を防止する付加的なインターロック92に、そして、上記ヘッド・ユニット64に供給され、ヘッドユニットにおいては、特に、上記第一および第二のミラー68および70の所定の運動を起こす上記第一および第二の検流計72および74に供給される。

14

上記標印装置10および上記検出モジュール12の複合作動シーケンスは、図5に模式的に示されており、コンピュータ90が付与するべき次の標印を特定するべく計算をし、あるいはロック・アップを行うことによって開始する。すなわち、それぞれが順次的な参照番号をもつ多数の材料体に標印するべく上記レーザ標印ステーションが用いられる場合、上記コンピュータ90は前の標印を表す参照番号に必要な増分を加算することによって次の標印を計算する。あるいは、バッチの開始時点、またはより複雑な標印シーケンスの間、上記コンピュータ90は適当な記憶装置内に蓄えられたあらかじめプログラムされた標印リストの一つから次の標印を特定する。次の標印が特定されると、これは、ある特定のバッチにおいて標印された材料体の数、検知モジュール12を通過して搬送される材料体の平均線速度、およびその他の所望の情報のような他の情報とともにオペレータのコンソールに表示される。

移動する材料体26に対して与えるべき標印が特定されると、コンピュータ90は標印の時点において上記材料体26が静止していると仮定して上記標印を描く必要なベクトルを計算する。これらのベクトルは上記第一および第二の検流計72および74に供給される15VのDC電源を変調するべく電気信号に変換され、所望の標印を描くようにして、活動状態にあるレーザビームの焦点を動かすことができる上記第一および第二のミラー68および70の一連の動きを作り出すことができる。

標印するべき材料体がコンベアベルト16による手段によって上記レーザ標印ステーションに搬送されるときこの移動体26の上記固定状のサイドレール20に対する相対的な位置は、調整ネジ24の手段によって変更することができる。典型的には、調整ネジ24は保護ハウジング14内の第一の開口28の隣接するコンベアベルト16の有効幅を狭めるために用いられる。これによって、上記コンベアベルト16の有効幅が上記移動体26それ自体よりも著しく広くならず、これにより、標印するべき移動体と、検知モジュール12の様々な要素と、上記標印装置10との間の横方向距離に対して適正な制御が可能となる。

この場合、上記検知モジュール12は標印するべき材料体の近接を検知するために用いられる。上記移動体26が光学検知器32に近づくと、材料体の先行縁が上記光源36、上記後方反射器40、および上記検知器38間の光の経路を遮断し、検知される光の量があらかじめ設定された閾値よりも少なくなる。その結果として、適当な信号が生成され、かつコンピュータ90に送られ、この時点をもってロックが作動せられる。このクロックは上記移動体26の先行縁が上記第二の光学検知器34によって上記と同様にして検知される時点である時間 $t_1$ の経過まで止まらない。二つの光学検知器32および34は既知の距離 $d_1$ の間隔を有しているため、標印するべき材料体の速度 $v$ は、上記既知の距離 $d_1$ を上記クロックによって計測され



15

た上記の時間 $t_1$ で除することにより、容易に計算される。すなわち、

$$v = d_1 / t_1$$

比較的高速の線速度で動く材料体の標印を可能とするコンパクトな装置を提供するために、上記二つの光学検知器32および34間の距離 $d_1$ は、好ましくは、できるだけ小さくする。限定された場合において、上記光学検知器34は、 $d_1$ を1mmの値に減じるべく、光学検知器32と接触させられる。このような小さな距離においてさえ、上記クロックの基準を形成する発振器は、典型的な時間間隔 $t_1$ の間に5を超えるクロック・サイクルが可能であり、その結果、 $d_1$ の短縮が速度 $v$ の計測における正確性に対して認識できる影響を与えることはない。

第二の光学検知器34を通過すると、標印すべき材料体は上記コンベアベルト16によって継続して搬送され、やがて、時間 $t_2$ の経過後、上記標印装置10に到達する。上記第二の光学検知器34と上記標印装置10とはやはり既知の距離 $d_2$ 離れているので、上記時間 $t_2$ は上記距離 $d_2$ を材料体26の移動速度 $v$ で除することにより計算することができる。すなわち、

$$t_2 = d_2 / v$$

あるいは、

$$d_2 = (d_1 / t_1) \times t_2$$

やはり、コンパクトな装置を提供するために、上記距離 $d_2$ は、究極的にはコンピュータ90の演算能力によって制限されるが典型的には5mmのオーダである最小値に減じることができる。

上記の式を用い、上記コンピュータは標印装置10に近づく標印すべき材料体の到着予測時間 $t_2$ を計算する。この時間間隔はしかしながら、上記材料体26の先行縁が上記標印装置10に隣接する時間を表しており、そのため、もし所望の標印が上記先行縁に与えられるのでなければ、標印すべき材料体26の部分が標印装置10に隣接する時点である時間 $t_3$ を生成するべく、さらに遅れ $\delta t$ が上記時間間隔 $t_2$ に加算される。

上記第二の光学検知器34によって信号が生成された後の時間 $t_3$ において、上記CO<sub>2</sub>レーザ44が活動化され、上記CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46, 58が上記材料体26の表面の予測位置に焦点集中される。同時に、上記第一および第二の検流計72および74に供給される上記15VのDC電源を変調するための電気信号が生成される。上記各検流計は、所望の標印を描くに必要なベクトルを再現するだけでなく、上記材料体の速度 $v$ をもった動きを補償する層状成分 (superimposed component) を含んでいる。上記変調された15VのDC電源は、所望の標印を描くように上記CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46, 58の焦点を方向づける上記第一および第二のミラー68および70の一連の動きを生成し、同時に、上記標印を速度 $v$ で描くように動かせる。これにより、実時間動的走査が可能となる。上記材料体が標印された後、この材料体はコンベアベルト16に

16

よって継続して搬送され、保護ハウジング14から導出され、そして、上記第二の開口30から上記レーザ標印ステーションを離れる。上記標印された材料体26は、その後、所望であればさらに処理ステーションに搬送され、一方、上記コンピュータ90は、与えるべき次の標印を演算し、そうして、上記作動シーケンスが再び開始する。

上記材料体26が、上記標印装置10を通過するとき、上記レンズ・アッセンブリ76と、標印されるべき材料体26の表面上の部位との間の距離が、常に変化しているということが当業者によって明らかであろう。上記材料体が標印時静止している場合でさえ、所望の標印が十分に大きなものであると上記材料体26の湾曲が上記レンズ・アッセンブリ76と上記表面上の各点との間の距離を変化させる。これに加えて、レーザ標印ステーションに到達する前のコンベアベルト16の有効幅が狭められているにもかかわらず、標印すべき後続する各材料体が、上記固定状のサイド・レール20からの異なる距離において上記コンベアベルト16上に位置させられる。すでに説明したように、もし、上記第一のレンズ要素78が一定の焦点距離をもつものであるとすると、上述した要素のそれぞれが材料体に付与するべき標印の部分を焦点から多かれ少なかれ外すことに寄与することになる。しかしながら、上記レンズ要素78の焦点距離を慎重に選択することによって、この問題を最小とすることができる。

すでに述べたように、上記第一のレンズ要素78の焦点距離は、典型的には70mmから80mmであり、焦点において典型的には300W/cm<sup>2</sup>を超える出力密度を生み出すようにCO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46, 58を焦点集中させることができる。しかしながら、この範囲の焦点距離をもつレンズ要素については、焦点から微小距離 $\delta x$ における出力密度は、なお標印すべき材料体内部に熱的相互作用を引き起こすに十分である。好ましい実施例においては、上記レンズ要素78は75mmの焦点距離をもっており、この場合、 $\delta x$ の大きさは材料体26の材質に依存するのはもちろんであるけれども、ガラスについては、 $\delta x$ を5mmの大きさとするのが可能である。しかしながら、このようなレンズを用いると、上述した装置は、上記レンズ・アッセンブリ76からの光学的距離のいずれかの側の微小距離範囲に表面が存在する移動体に対して効率的に標印をすることができる。

選択的に、あるいは付加的に、上述したような1またはそれ以上の焦点外れ効果を補償するために、上記第一のレンズ要素78に連続させて、第二のレンズ要素92を設けることができる。このレンズ要素92は、その幅方向にわたって変化する焦点距離をもつものとしてでき、たとえば、標印すべき材料体の表面の湾曲を補償するようにフラット・フィールド・レンズを含むことができる。

他の実施例において、上記レンズ・アッセンブリ76には、標印すべき材料体が上記標印装置10を通過する際



17

に焦点距離が変化することができるズーム・レンズの形態をもつ第三のレンズ要素94を含むことができ、これにより、上述した焦点外れ効果にかかわらず、CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58の焦点を上記材料体26の表面上の所望の点に維持することができる。

さらに他の実施例において、上記第二のレンズ要素92および/または第三のレンズ要素94の代わりに、発散レンズの形態をとる第四のレンズ要素95(図示略)を配置することができる。好ましくは、f<sub>2</sub>の焦点距離をもつ上記第四のレンズ要素95が、上記第一のレンズ要素78によって形成される焦点から距離f<sub>2</sub>前方に配置される。これにより、この第四のレンズ要素95は、高エネルギー密度放射の小径平行ビームを作り出し、これが移動体26の表面上に照明スポットを生成するべく上記移動体26に向けて方向づけられる。上記小径のビームは十分な出力密度をもっているため、これを上記移動体26の表面標印を容易とするべく用いることができ、同時に、上述した焦点外れ効果の傾向を無くすることができる。

図6に示される第二の実施例においては、第一および第二のミラー68および70のすでに複雑な動きの上に、この動きを補償する成分を重ねるというよりはむしろ、材料体26の動きが第五の反射表面96によって完全に補償されているということを除き、やはり、この標印装置10は、移動する材料体26の表面標印を容易とするべく設計されている。上記第五の反射表面96は軸線98周りに回転可能に取付けられており、かつ、上記第二のミラー70からの反射の結果として入射するCO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58を上記移動する材料体26上に方向づけるように位置させられている。標印すべき材料体が上記標印装置10を通過するとき、この第五の反射表面96は、上記CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58が上記移動体に方向づけられた状態が維持されるようにして軸線98周りに回転する。

上記第五の反射表面96は、好ましくは、第三の検流計100(図示略)に取付けたミラーを含む。これにより、この第五の反射表面96の動きは、上記第一および第二のミラー68および70と同様の応答速度および制御の容易性をもつことができるようになる。このような事情のもとでは、上記CO<sub>2</sub>レーザ44が活動化されるとともに上記第一および第二の検流計72および73に供給される上記15VのDC電源が上記第一および第二のミラー68および70の所定の動きを生成するべく調整されるとき、別の15VのDC電源が上記第三の検流計100に供給され、かつ上記移動体26のすでに計測された速度特性にしたがって調整される。前述のように、上記三つの検流計72,74および100の各ミラーの動きの複合効果により、CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58による上記移動体26に対する実時間動的走査が可能となる。

図6において、上記第五の反射表面96は上記第二のミラー70と上記レンズ・アッセンブリ76との間に配置されているが、この第五の反射表面96を、たとえば、上記レ

18

ンズ・アッセンブリ76の直後のように、CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58の光学的経路に沿うその他の点に配置してもよいことは、当業者にとって明らかであろう。

材料体26の動きに対する補償が標印それ自体の生成から独立して行われている点で第二の実施例と同様である第三の実施例においては、上記第五の反射表面96は、図7に示されているように、多面ミラー102によって置き換えられている。第五の反射表面96のように、上記多面ミラー102は、上記第二のミラー70からの反射の結果として入射するCO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58を上記移動体26上に方向づけるように、軸線104周りに回転可能に取付けられるとともに位置づけられる。標印すべき材料体が上記標印装置10を通過するとき、上記CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58が上記移動体26上に方向づけられた状態を維持するようにして、上記多面ミラー102が軸線104周りに回転する。

上記第二の実施例から区別される第三の実施例の利点は、いったん移動体26が標印されると、上記多面ミラー102は、上記第二の実施例における第五の反射表面96とは異なり、標印すべき次の材料体に対する適正な位置調整をするために、軸線104周りに逆方向に急速回転する必要がないということである。これに対し、上記多面ミラー102は、この多面ミラー102の異なる表面で反射を行うことにより、標印すべき次の材料体上に上記CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58が方向づけられるような速度で、同一方向に回転を続けることができる。上記多面ミラー102の形状にはしかながら、その回転速度における条件が付加される。すなわち、移動体26の標印に要する時間の間に、作用表面に対する角度よりも大きな角度を回転することがないようにしなければならない。

いったん上記移動体26の速度が計測され、かつ所望の標印を描くに必要ベクトルの数がわかると、後者は標印に必要な時間を予測可能とし、しかも前者により標印中の材料体26の搬送距離の計算が可能となるので、上記多面ミラー102の回転は、コンピュータ90によって制御することができる。

図7においては、上記多面ミラー102は上記第二のミラー70と上記レンズ・アッセンブリ76との間に配置されているが、たとえば、上記レンズ・アッセンブリ76の直後のように、上記CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58の光学的経路に沿う他の点にこの多面ミラー102を同様に設けることができるということは、当業者にとって明らかであろう。

図8に示される上記標印装置10の第四の実施例においては、ヘッド・ユニット64およびレンズ・アッセンブリ76全体の横方向の動きによって材料体26の動きが補償される。標印すべき材料体の速度が計測されると、上記ヘッド・ユニット64およびレンズ・アッセンブリ76はモータ106(図示略)の作動により、上記移動体26と平行な方向に動かされる。このヘッド・ユニット64およびレ

レンズ・アッセンブリ76の上記移動体26と同一速度での動きにより、これら二つの間の相対速度が0となり、このとき所望の標印が行われる。いったん上記移動体26が標印されると、上記ヘッド・ユニット64およびレンズ・アッセンブリ76は、標印すべき次の材料体に備えるために、やはりモータ106（図示略）の作動のもと、即座に初期位置に復帰させられる。

上記第一のミラー68から反射されるCO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58が上記第二のミラー70において上記移動体26に向けて反射されるまでに上記コンベアベルト16と平行な方向に進むようにすることにより、所望の結果を達成するために、上記第二のミラー70および上記レンズ・アッセンブリ76のみをモータ106（図示略）によって動かせばよくなるということは、当業者にとって明らかであろう。実際のところ、上記第四の反射表面60と上記第一のミラー68との間のCO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58の光学経路内に上記レンズ・アッセンブリ76が配置されると、上記第二のミラー70のみをモータ106によって動かせばよくなる。

第五の実施例において、材料体26の動きを補償するために、1またはそれ以上のアクスト光学結晶または電気光学結晶（図示略）を上記ビーム46,58の経路内に配置することができる。

これらのタイプの結晶は、付与される電圧値に応じて入射ビームを異なる角度で反射することができるという性質をもっている。したがって、上記結晶108（図示略）に対して適当に変化する電圧を与えることにより、上記移動体26が上記標印装置10を通過するとき、CO<sub>2</sub>/He-Ne複合ビーム46,58が移動体26に対して方向づけられた状態を継続することができる。

本願出願人の継続中の英国特許出願第9117521.6号に記載された事項から、上記に述べたどの実施例に関する装置であっても、本質的な変更なしに移動する材料体の準表面標印を容易に行うために用いることもできるといことが、当業者にとって明らかであろう。

過去において、消えることのない標印を形成するために、製造者は、表面標印に絶大な信頼をおいてきた。しかしながら、このタイプの標印の根本的な問題の一つは、かかる標印は、これが形成された表面の一部を除去することにより壊されるし、代替物に同一の標印を設けることによって模倣されてしまうということである。既に説明したのと同様の装置を用い、かつ高エネルギー密度のレーザ放射の焦点集中されたビームをこれに対して透明性を有する材料の表面に方向づけることにより、移動する材料体に準表面標印を行うことができる。実質的にいかなる検知可能な変化を表面に発生させることなく、材料の局所的なイオン化および電磁放射に対する不透明性が増大させられた領域の形態による標印を形成するべく、上記ビームが上記材料体の内部であってその表面から離れた位置において焦点集中させられる。

誤解を避けるため、上記標印をするべき材料についての言及において上記において用いられている透明性とは、少なくとも所望の標印深さまで上記高エネルギー密度ビームが入り込むことができる材料、のことであり、それ自体、半透明材料、および、可視領域での波長において電磁放射に対する伝達特性が減じられているが無くならない色付ガラスあるいは曇りガラスのような材料を含んでいる。透明性との用語はまた、可視領域での波長において電磁放射に対して不透明ではあるが、少なくとも、上記高エネルギー密度ビームと同じ電磁スペクトル領域内の波長において電磁放射を伝達することができる材料もまた含まれる。

レーザ放射と材料体との間の相互作用の考えられる形態は、当該レーザ放射の出力密度によって、三つの項目に分類することができる。出力密度が高くなる順序によって、上記項目は次のとおりである。

1. 光誘導および光活性化を含む光化学相互作用。
  2. 入射する放射が熱として吸収される熱相互作用。
  3. 非放射材料の非熱光分解を含むイオン化相互作用。
- これらの三つの相互作用の閾値の相違は、光化学相互作用を起こすに必要な $10^{-3}$  W/cm<sup>2</sup>という典型的な出力密度と、光消耗および光破壊のような典型的なイオン化相互作用の $10^{12}$  W/cm<sup>2</sup>という典型的な出力密度とを比較することによって明瞭に示される。

イオン化相互作用を材料に起こさせるためには、上記高エネルギー密度ビームは分子結合を分断するとともに焦点位置においてプラズマを発生させるに十分なエネルギーをもたねばならない。上記ビームが取り除かれると、上記プラズマが冷却され、局所的な破壊領域が形成される。この領域は、これに入射するいかなる電磁放射をも分散させ、その結果、かかる領域が不透明性が増大した領域として現れる。

現在、イオン化相互作用を引き起こすことができ商業的に入手可能なレーザは、焦点集中された場合問題となる材料内にプラズマを生成するに十分なピーク・エネルギーをもつパルス・レーザだけである。移動体に容易に準表面標印を行うためには、したがって、レーザ放射50のソース48は、好ましくは、焦点での出力密度が少なくとも $10^7$  W/cm<sup>2</sup>であり、パルス長さが $10^{-6}$ 秒までであるレーザに置き換えられる。これにより、各パルスのエネルギー密度が少なくとも $10$  J/cm<sup>2</sup>となり、ビームの焦点において材料に局所的なイオン化を引き起こすに十分となる。

仮に上記準表面標印が裸眼で視認しうるものであるべき場合、標印するべき材料体は、可視領域内の波長での電磁放射に対して透明性をもっている必要がある。たとえば、その材料体は、ガラスあるいはプラスチックでできたものとすることができる。しかしながら、標印するべき材料体は、このように制限される必要は必ずしもなく、可視領域内の波長での電磁放射に対して不透明性を

21

もった材料を含むことができる。かかる事情のもとでは、結果として生じる準表面標印は、裸眼に対しては隠れたものであるが、高エネルギー密度ビームのスペクトルのような電磁スペクトル内の適当な波長において作動する光学機器によって「見える」ものとなる。このような標印は視認しうる標印の多くの機能を発揮することができないが、真に消えることない隠れた標印を表すことになる。

最終的な準表面標印が裸眼によって視認しうることが意図され、かつ、したがって、移動体26が電磁スペクトル10の可視領域内の電磁放射に対して透明性をもつガラスあるいはプラスチックのような材料でできたものであると仮定すると、上述において特定した出力に関する束縛に加え、上記ソース48はまた、それが生成するレーザ放射50に対して上記材料体26の材料が透明性を有するように選択する必要がある。このような事情のもとでは、上記ソース48は、好ましくは、 $1.06\mu\text{m}$ の波長において作動するNd-YAG（ネオジウム・ドープト・イットリウム・アルミニウム・ガーネット）レーザを含む。

準表面標印を容易にするためには、上述した装置の残余部分に実質的な変更を要しないが、上記ソース40の選

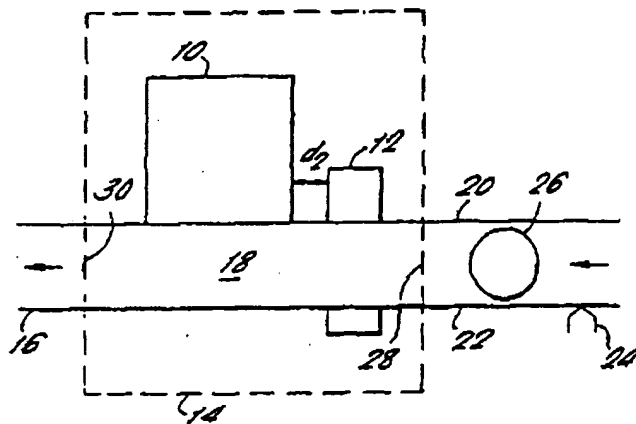
22

択によって、結果としてのレーザ放射50を方向づけかつ焦点集中させるために用いられる光学要素の選択に影響を及ぼすことはもちろんである。なぜなら、これら全ての要素が電磁スペクトル内の異なる波長において同じ効果をもって作動するわけではないからである。しかしながら、要素を適正に選択することは、当業者にとって通常の知識の範囲であると思われる。

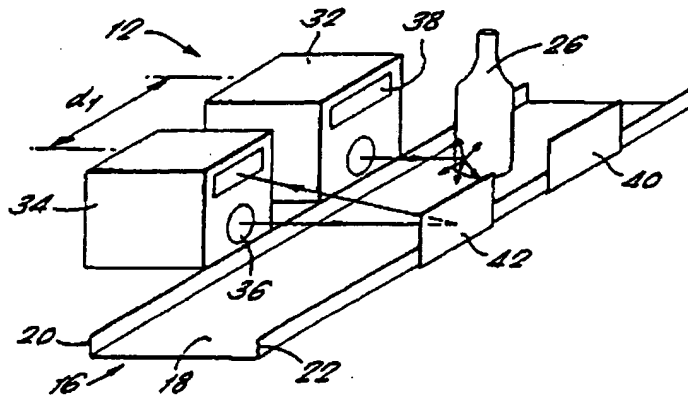
移動体に準表面標印を行うために用いる場合、上記レンズ・アセンブリ76には、ズーム・レンズの形態をもつ第三のレンズ要素94を含むことができ、その結果、標印を移動体26内の異なる深さにおいて形成することができ、そのために、三次元標印を生成することができるようになる。

上記した装置には、移動体26の速度を計測する手段が含まれるが、これは必ずしも上述したようになっている必要がないことが当業者にとって明らかである。なぜなら、 $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ 複合ビーム46, 58に上記移動体26の速度に等しい運動成分を与える機械的な機構を上記装置に設けることができ、そうすれば、上記速度がどのようになっているかを計測する必要がないからである。

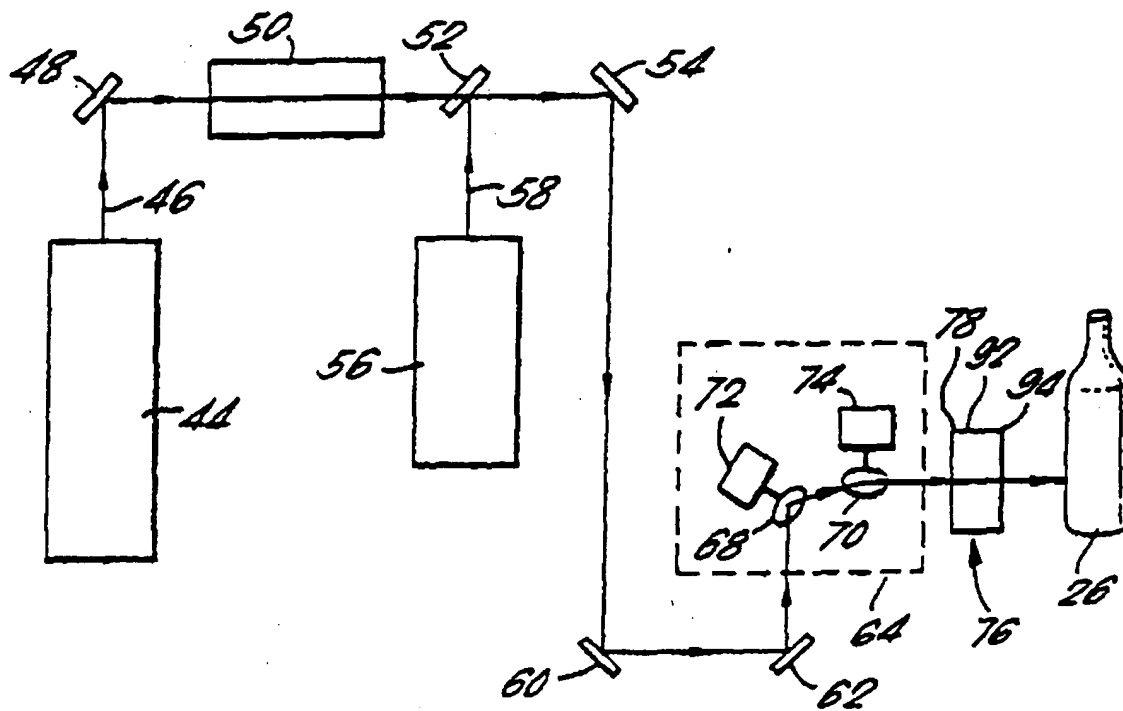
【第1図】



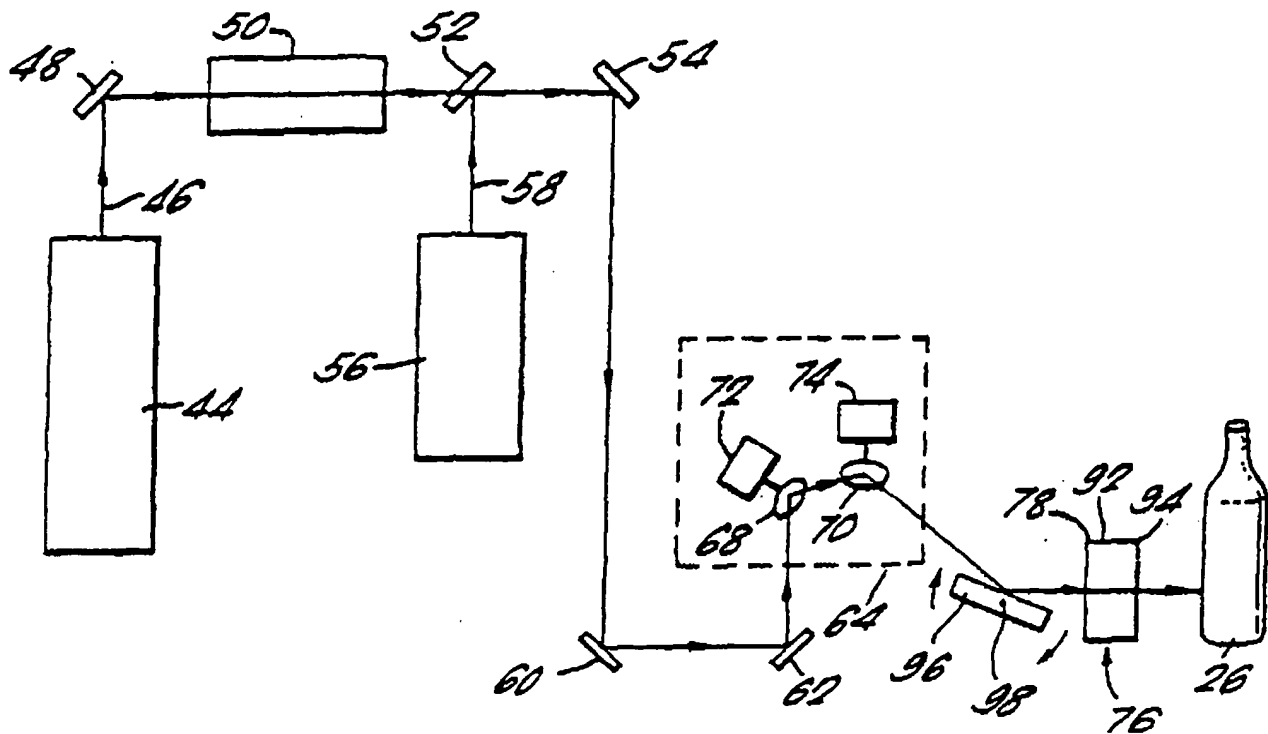
【第2図】



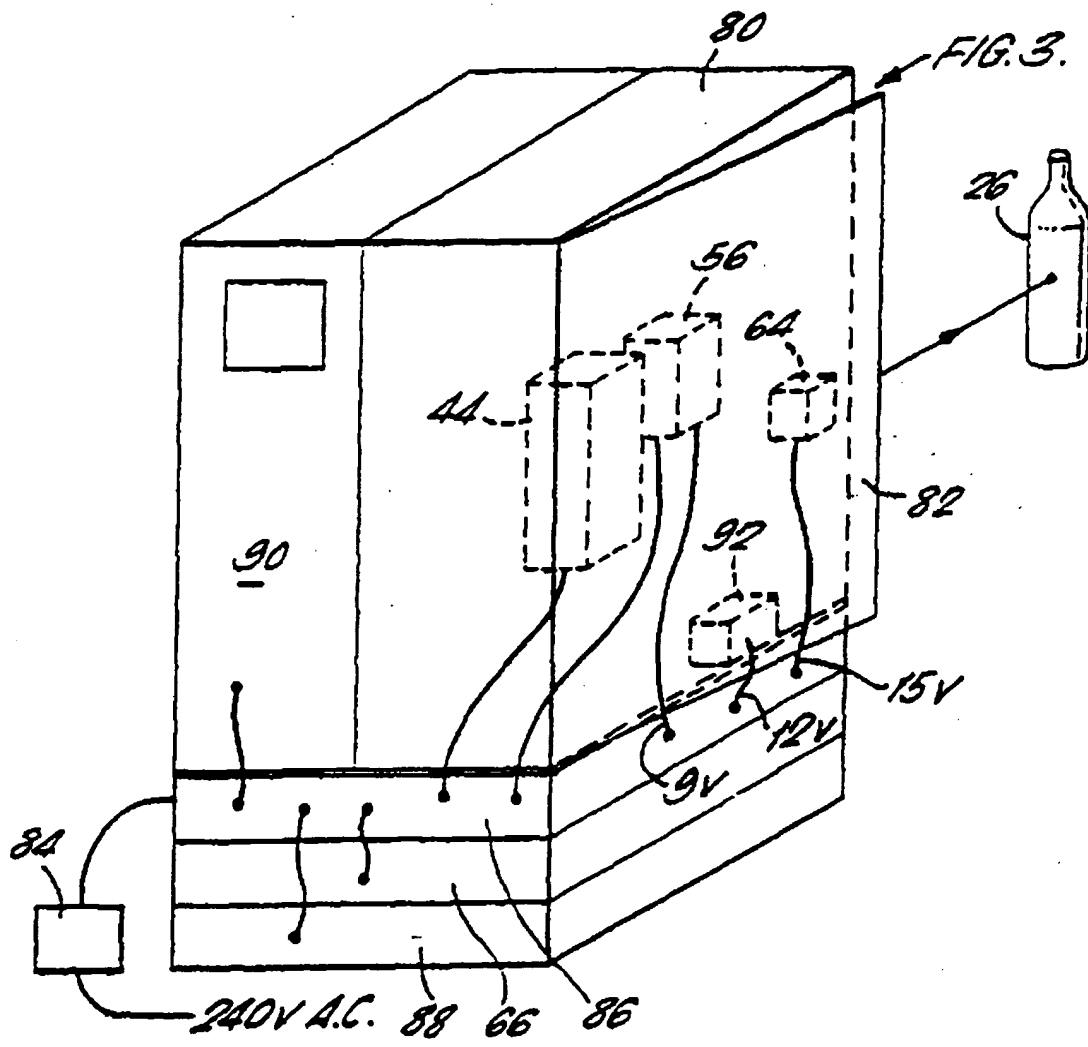
【第3図】



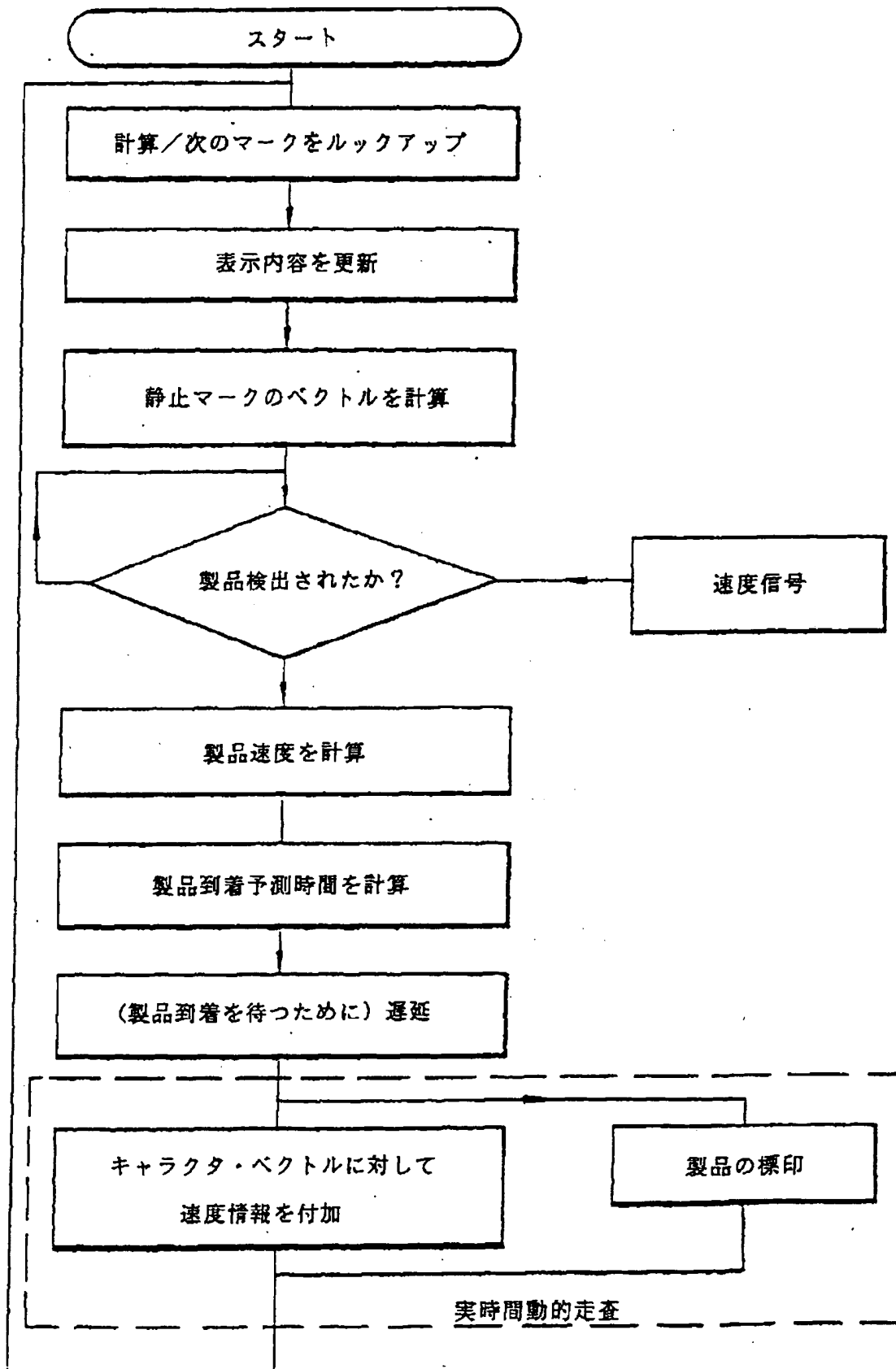
【第6図】



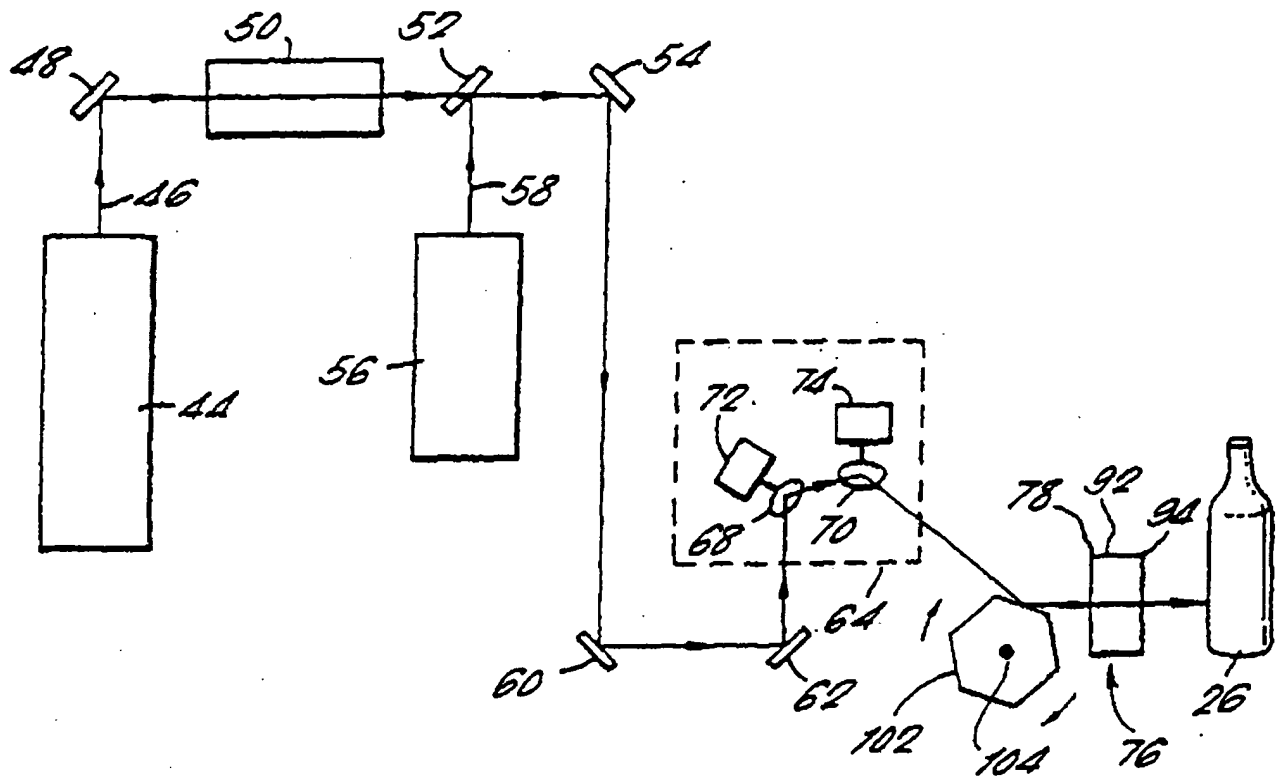
【第4図】



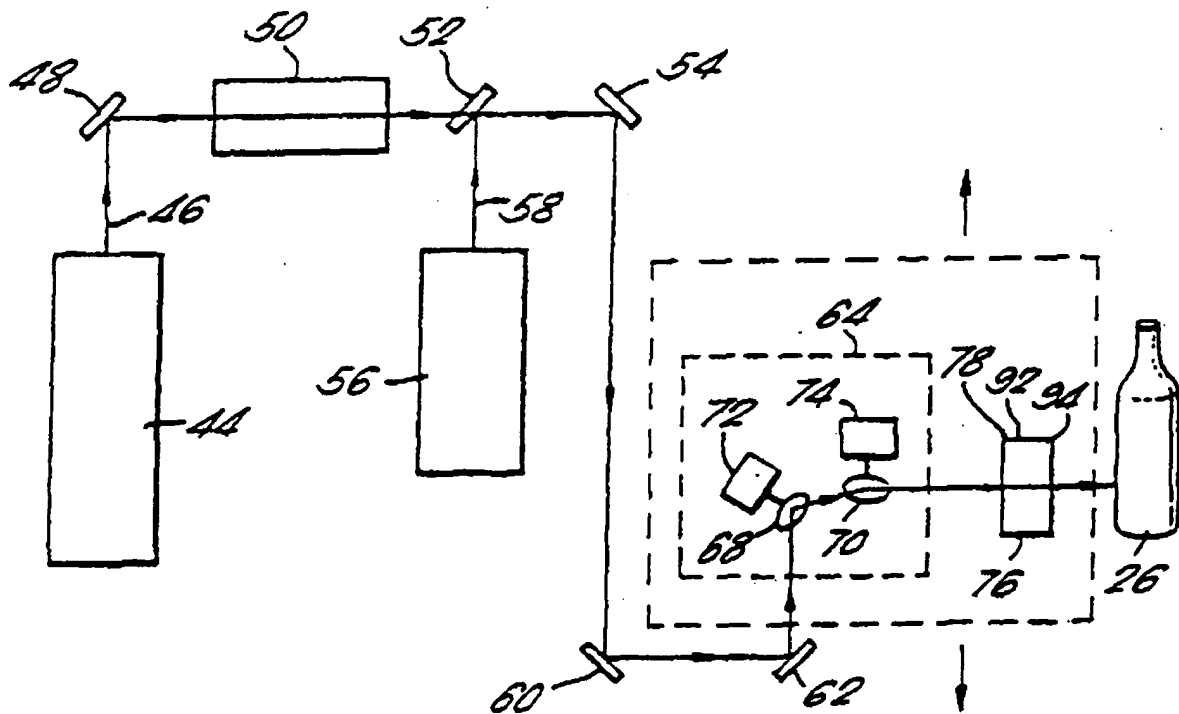
【第5図】



【第7図】



【第8図】





## 。 フロントページの続き

(31)優先権主張番号 9123609.1  
(32)優先日 1991年11月5日  
(33)優先権主張国 イギリス(GB)

前置審査

(56)参考文献 特開 平2-15887(JP, A)  
特開 昭63-248589(JP, A)  
特開 昭59-42194(JP, A)  
特開 平2-217186(JP, A)  
実開 昭63-174314(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, DB名)  
B23K 26/00 - 26/08